

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **05046769 A**

(43) Date of publication of application: **26.02.93**

(51) Int. Cl.

G06F 15/70
// H04N 5/232

(21) Application number: **03201837**

(22) Date of filing: **12.08.91**

(71) Applicant: **NIPPON TELEGR & TELEPH
CORP <NTT>**

(72) Inventor: **AKUTSU AKITO
OBA YUJI**

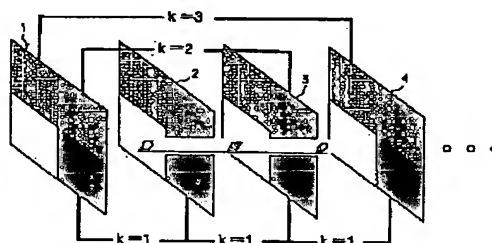
**(54) METHOD FOR CALCULATING MOVEMENT
VECTOR**

(57) Abstract:

PURPOSE: To highly accurately and highly efficiently calculate a movement vector by varying a spatial resolution, time resolution and a block matching retrieving range.

CONSTITUTION: In the case of varying spatial resolutions (n), (m), a conventional method is used. In the case of varying a time resolution (k), calculation is executed between the leftmost side t-th frame 1 and the (t+3)th frame 4 three frames after, so that an effective result is obtained in a block having no movement or a block having less movement because of a rough time resolution, but effective results can not be obtained in blocks with medium to large movements. Thereby the (b+2)th frame two frames after is applied as the object one of large movement blocks and calculation is executed again. In the case of varying a range for retrieving the image correlation of blocks, calculation is continued until an effective result can be obtained by increasing the retrieving range for large movement and reducing it for small movement.

COPYRIGHT: (C)1993,JPO&Japio



(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-46769

(43)公開日 平成5年(1993)2月26日

(51)Int.Cl.⁵

G 0 6 F 15/70

// H 0 4 N 5/232

識別記号

4 1 0

庁内整理番号

9071-5L

Z 9187-5C

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数2(全7頁)

(21)出願番号

特願平3-201837

(22)出願日

平成3年(1991)8月12日

(71)出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号

(72)発明者 阿久津 明人

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

(72)発明者 大庭 有二

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

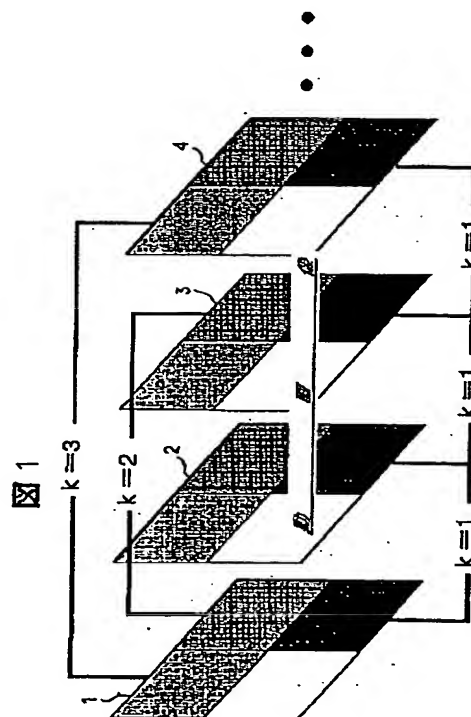
(74)代理人 弁理士 秋田 収喜

(54)【発明の名称】 動きベクトル算出方法

(57)【要約】

【目的】 蓄積動画像のブロックマッチング法による動きベクトルの算出方法において、その算出の高精度、高効率を実現する。

【構成】 ブロック分け画像相関を用いた動きベクトル算出方法において、該動きベクトル算出方法の空間解像度、時間解像度、ブロックマッチングの探索範囲を可変にする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ブロック分け画像相関を用いた動きベクトル算出方法において、該動きベクトル算出方法の①空間解像度、②時間解像度、③ブロックの画像相関を探索する範囲のうち、2つまたは3つを可変にして使用することを特徴とする動きベクトル算出方法。

【請求項2】 ブロック分け画像相関を用いた動きベクトル算出方法において、該動きベクトル算出方法の①空間解像度、②時間解像度、③ブロックの画像相関を探索する範囲のうち、時間解像度または、ブロックの画像相関を探索する範囲のいずれか1つを可変にして使用することを特徴とする動きベクトル算出方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、動画像からの動きベクトル算出に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 動きベクトル算出方法としては、多くの*

$$M(u, v) = \min_{u=0, v=0}^{a, b} \left\{ \sum_{i=1, j=1}^{n, m} (f_t(x_i, y_j) - f_{t+k}(x_i - u, y_j - v))^2 \right\}$$

【0005】 ここで、 $f_t(x_i, y_j)$ は第 $t+k$ フレームの画面座標 (x_i, y_j) における輝度レベルを表す。同様に $f_{t+k}(x_i, y_j)$ は第 $t+k$ フレームの画面座標 (x_i, y_j) における輝度レベルを表す。 n, m が動きベクトルの空間解像度を表し、 $n \times m$ がブロックサイズを表す。 k が時間解像度を表し、 $a \times b$ は探索範囲を表している。 $\min(A)$ で表される関数は、探索範囲 $a \times b$ の範囲で最小の A の値を持つ (u, v) をかえす関数である。

【0006】 この、従来のブロックマッチング法においては、空間解像度を持ち込んだ方法が報告されているだけである (R. Y. Wong and E. L. Hall, "Sequential Hierarchical Scene Mathing", IEEE Trans. Comput., Vol. C-27, No. 4, pp. 359-366 (1978))。この方法は、空間解像度可変に Coarse-to-fine 概念を持ち込むことにより高精度、高効率を実現されている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、この方法は、静止画のマッチングについてであり、空間的解像度を変化させることが必要十分条件であった。一方、蓄積動画像においてはその動画像を撮影したカメラ操作がゆっくりした動きをしている場合、従来の時空間解像度一定型ブロックマッチング法を用いてその動きベクトルを算出すると、動きに対して時空間解像度が適切でない場合に、量子化誤差が見られる。

【0008】 本発明の目的は、蓄積動画像のブロックマッチング法による動きベクトルの算出方法において、その算出の高精度、高効率を実現するためには、空間的解像度の可変を時間解像度の可変へと拡張し、ゆっくりし

*研究が発表されている。これらの算出方法は、勾配法 (B. K. Hone and B. G. Schunck, "Determining optical flow", Artificial Intelligence, Vol. 17, pp. 185-203 (1981))、フーリエ変換法及びマッチング法に大別される。このうち、マッチング法は、従来、三次元情報抽出を目的とした静止画のステレオ・マッチングに使用されていたものであるが、最近では、リアルタイム系の動画像からの動き情報抽出に用いられている。また、マッチング法に大別される方法は、実用面から、ブロックマッチング法が主に用いられている。例えば、画像通信における画像符号化方式の動き補償算出方法が一般には上記ブロックマッチングである。

【0003】 ブロックマッチング方法は、本来次式の評価関数が最小となる $M(u, v)$ が、このブロックを代表する動きベクトルとなる。

【0004】

【数1】

た動きに対応可能にし、更に、マッチングをとるブロックの探索範囲を最適化して、早い動きに対しても対応可能にするものである。

【0009】

【課題を解決するための手段】 本発明は、ブロック分け画像相関を用いた動きベクトル算出方法において、該動きベクトル算出方法の空間解像度、時間解像度、ブロックマッチングの探索範囲を可変にすることを特徴とした動きベクトル算出方法である。

【0010】

【作用】 上記手段によれば、蓄積動画像から、高精度、高効率に動きベクトルが算出できるようになる。

【0011】

【発明の実施例】 本発明の実施例を図を用いて説明する。

【0012】 本発明は、計算機を用いたブロック分け画像相関を用いた動きベクトル算出方法において、該動きベクトル算出方法の空間解像度、時間解像度、ブロックマッチングの探索範囲を可変にしたものである。まず、各々を可変にする方法について説明をする。

【0013】 (1) 空間解像度 n, m を可変にする方法は、従来行われている方法を用いる。即ち粗いブロックサイズでまず前記【数1】による計算を行う。その結果、好ましい結果が現れなかった場合、順次ブロックサイズを細かくして階層的に計算を行っていく。

【0014】 (2) 時間的解像度 k を可変にする方法を、図1及び図2を用いて説明する。図1及び図2は、動画像のフレームを概念的に示したものである。図2において、フレーム1が4つのブロック5〜8に分けられ

ていて、各ブロックの対象は、動きが無いブロック5、動きが小のブロック6、動きが中のブロック7、動きが大であるブロック8があるとする。

【0015】このような動画像について、前記〔数1〕の計算をする際には、図1に示すように、一番左側のフレームを第 t フレーム1とし、該第 t フレーム1と、3フレーム後の第 $t+3$ フレーム4との間で前記〔数1〕の計算を行う。その結果、動きの無いブロック5と動きの少ないブロック6については、時間的解像度を粗く取っているから、良好な結果が得られるが、ブロック7及び10
8については良好な結果が得られない。従って、ブロック7及び8について、今度は、2フレーム後の第 $t+2$ フレーム3を対象として再度計算を行う。すると、動きが中間のものに対して、中間的な時間的解像度を取っているのでブロック7については良好な結果が得られるが、ブロック8については良好な結果が得られない。したがって、ブロック8について更に1フレーム後の第 $t+1$ フレーム2を対象として計算を行う。この結果、動きの大きいものに対して、細かく時間的解像度を取っているためブロック8についても良好な結果が得られることとなり、該第 t フレーム1の全ブロックについての計算が終了する。以下、順次、次のフレームについて同様の計算を行っていくが、次の第 $t+1$ フレーム2については、ブロック5～8については計算済なのであるので、ブロック8についてのみ計算を行う。第 $t+2$ フレーム3については、ブロック8について計算することは勿論であるが、ブロック7についても新たに計算をする必要が生じる。以下、順次同様な計算を行っていく。

【0016】(3) 次に、ブロックの画像相関を探索する範囲 a 、 b を可変にする方法を説明する。この探索範囲を可変にする場合は、動きが大きい場合は、探索範囲を大きくし、動きが小さい場合は、探索範囲を小さくする。したがって、始めに探索範囲を小さくし、順次探索範囲を大きくして良好な結果が得られる迄計算を続ければ良いものである。

【0017】以上、空間解像度、時間解像度、ブロックの画像相関を探索する範囲について各々を可変にする方法を述べたが、次に、上記の各方法の適用の仕方について詳細に説明をする。

【0018】始めに、時空間解像度 k を可変にすることについて説明する。カメラ操作がゆっくりとした動きをしていた場合、従来の時空間解像度一定型ブロックマッチング法を用いてその動きベクトルを算出すると、動きに対して時空間解像度が適切でない場合、量子化誤差が見られる。この量子化誤差は、時空間的解像度に比べ動きが極端に小さい場合に生じる。この量子化誤差は、グローバルな動きベクトル分離時の第一次統計量の広がり
と動きベクトルのHough変換による特徴空間でのバラ付きの原因となる。

【0019】このことは、第一次統計量、Hough変換に

よる特徴空間各々からの特徴量抽出に問題を残す。カメラ操作にズーム操作が含まれている場合にこの広がり
とバラ付きが顕著に見られる。量子化誤差ないズーム操作による動きベクトルの距離に関する第一次統計量は、距離がゼロの所だけに値を持つ。しかし、量子化誤差が含まれる場合、第一次統計量は広がりを持つ。この広がり
の様子を図3aに示す。用いた画像は、CCITT SGXV画像符号化専門家会議のテスト画像である。同様に動きベクトルに量子化誤差のない場合のHough変換による特徴空間での分布は、距離=0の直線になるが、量子化誤差が含まれる場合、その分布にバラ付きが見られる。このバラ付きの様子を図3bに示す。

【0020】この回避方法として、動きベクトル算出における時空間解像度可変型ブロックマッチングの使用において、空間解像度の低下には、情報量の増加はない。一方、時間解像度の低下は、情報量の増加をもたらす。図4a、図4bに時間解像度を $k=1$ から $k=3$ へ低下させた場合の広がり、バラ付き分布を各々示す。この広がり、バラ付き分布の減少が表すところは、小さな動きの確実な検出、算出された各々の動きベクトルが時空間的に重複していないことである。

【0021】次に、ブロックの画像相関を探索する範囲 a 、 b を可変にする方法について説明する。前記と逆に動きが大きい場合は、現状のテレビ方式が毎秒30枚のフレームを使用する方式であるため、これ以上時間解像度 k を上げることはできない。このため、探索範囲を一定としたブロックマッチング法を使用すると、人が動画像を見ると、明らかに写っている早い動き及び物が、毎秒30枚の最大の時間解像度では、捕らえることができないことが起きる。これに対応するために、探索範囲を可変として、動きが大きい場合には、ブロックマッチングの探索範囲を拡大することにより、人の感覚と対応可能にするものである。

【0022】ここでは、上記の方法を簡単のためにゆっくりした動きから激しい動きに対応して、順次手法を拡大する方法で説明したが、これらのいずれか2つ又は3つを組み合わせることにより、従来の単純な固定の探索範囲で固定の時間解像度のベクトル算出方法に比べて、より広い範囲のベクトル算出が可能になる。

【0023】例えば、極端にゆっくりした動きを捕らえるために粗い時間解像度でかつ粗いブロックサイズでブロックマッチングを行い、順次ブロックサイズを細かくする階層的なマッチングを行い、更に動きの大きい対象に対しては、順次階層的に時間解像度を細かくする。更に激しい動きに対してマッチングの探索範囲を大きくする階層的な方法を取り、あらゆる動きに対応できるようになる。

【0024】空間解像度、時間解像度、探索範囲のうち2つを組み合わせる場合の手法の1例について、図5、図6及び図7を用いて説明をする。

【0025】いま、空間解像度をS、時間解像度をT、探索範囲をWとすると、これらの間には、 $S = f$

(T)、 $T = g(W)$ 、 $S = h(W)$ の関係がある。これらの関数 $f(T)$ 、 $g(W)$ 、 $h(W)$ の一例を示したものが、図5、図6、図7のグラフである。

【0026】図5は、空間解像度Sと時間解像度Tとを組み合わせた場合の手法である。始めに、両者共に粗く設定をして計算を行い、良好な結果が得られない場合、始めに時間解像度を細かくして計算を行い、次には時間解像度Tを粗に戻して、空間解像度Sを細かくして計算を行う。以下、順次グラフ中の矢印に従って、各々の解像度を交互に細かくし、良好な結果が得られるまで計算を続ける。

【0027】図6は、時間解像度Tと探索範囲Wの関係を示したもので、探索範囲Wを小とし、時間解像度Tを粗とした組合せから、順次、探索範囲Wを大の方向に、時間解像度Tを細の方向に変化させて計算を行うことを示している。

【0028】図7は、空間解像度Sと探索範囲Wの関係の一例を示したもので、探索範囲Wを大とし、時間解像度Tを粗とした組合せから、順次、探索範囲Wを小の方向に、時間解像度Tを細の方向に変化させて計算を行うことを示している。

【0029】図5から図7は、2つの組合せであるが、各々は、残りの1つの解像度を一定としているものである。3つの組合せの場合は、前記残りの1つの解像度についても、順次変化させていくことにより、可能である。

【0030】

【発明の効果】以上、説明した本発明により、蓄積動画から高精度、高効率に動きベクトルが算出できるようになる。また、この方法では、

(1) 変化の小さな動きを確実に捕らえることができる。

(2) 算出された動きベクトルは、各々時空間的に重複しない。

(3) 算出された動きベクトルが階層的であるため、動画画像へインデキシングする場合において有効である。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の時間的解像度可変を説明する概念図。

【図2】 本発明の時間的解像度可変を説明する概念図。

【図3】 従来例の第1次統計量及び特徴空間を表す図。

【図4】 本発明の第1次統計量及び特徴空間を表す図。

【図5】 本発明の空間解像度と時間解像度を組み合わせる場合の手法を説明する図。

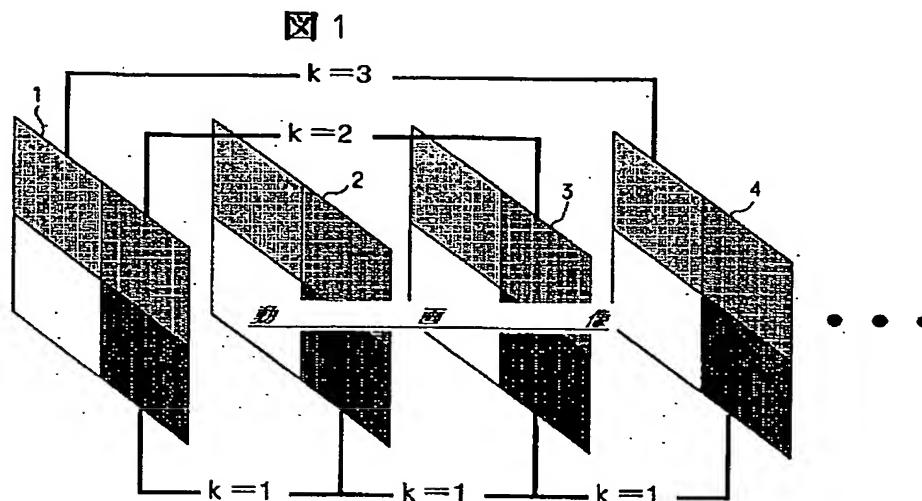
【図6】 本発明の時間解像度と探索範囲を組み合わせる場合の手法を説明する図。

【図7】 本発明の空間解像度と探索範囲を組み合わせる場合の手法を説明する図。

【符号の説明】

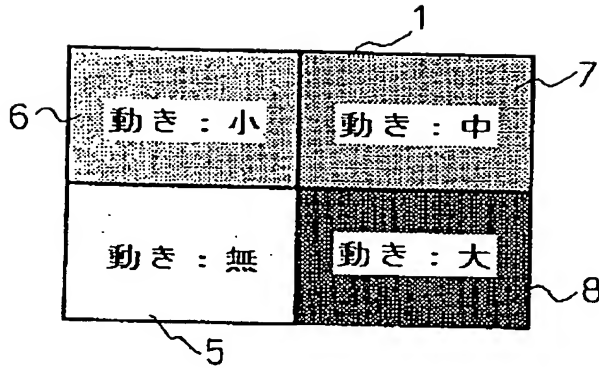
1、2、3、4…動画画像のフレーム、5、6、7、8…フレーム中のブロック。

【図1】



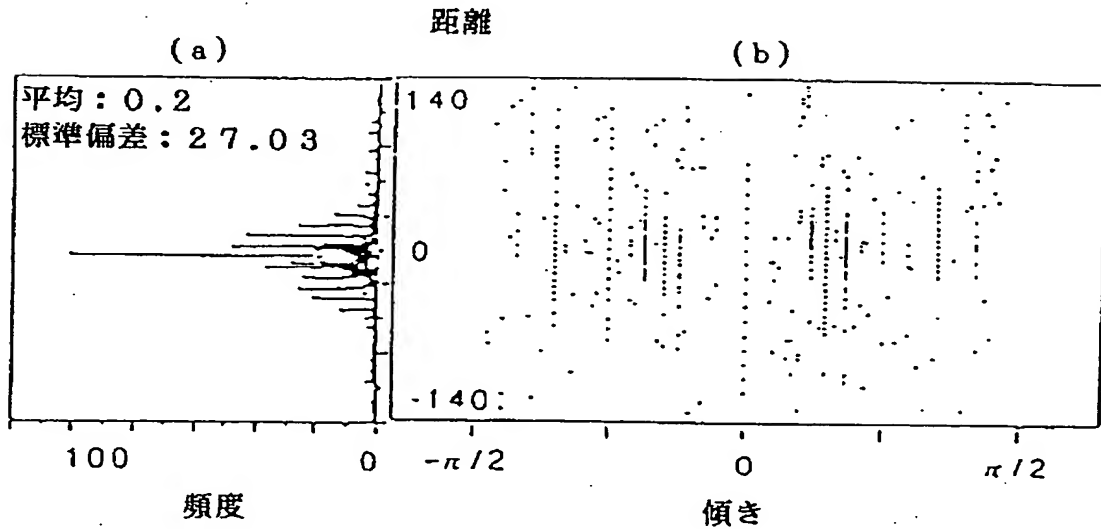
【図2】

図 2



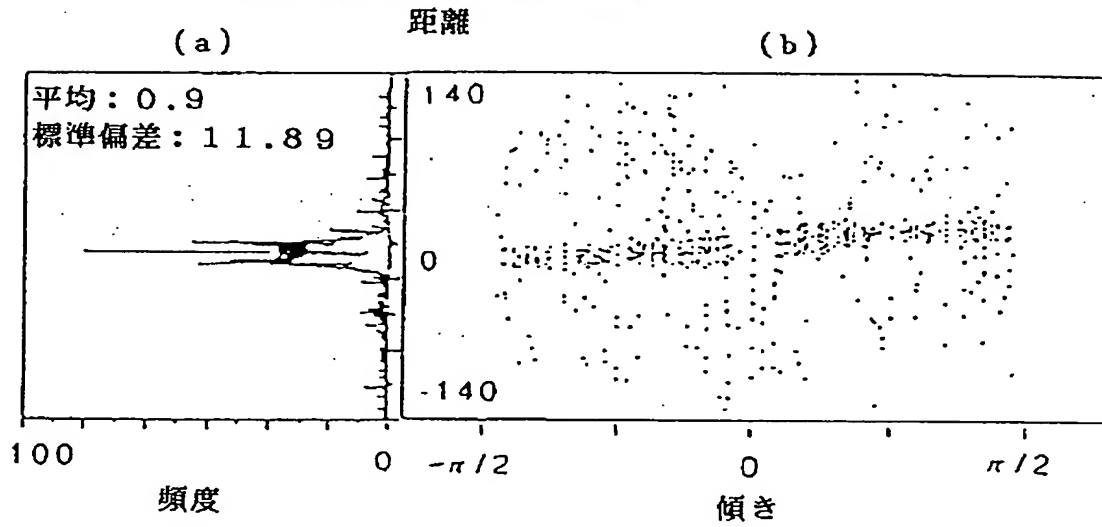
【図3】

図 3

第一次統計量及び特徴空間 (解像度: $k=1$)

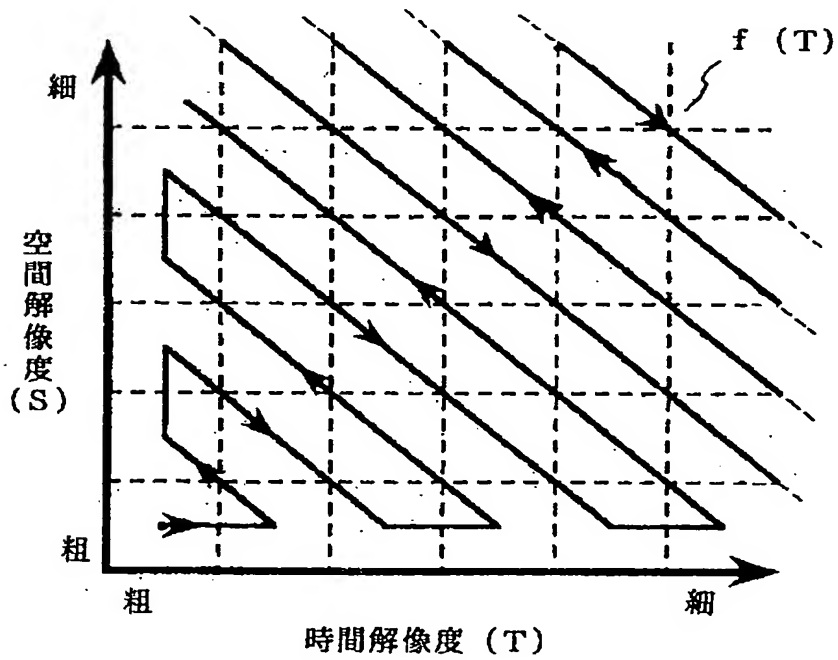
【図4】

図 4

第一次統計量及び特徴空間 (解像度: $k=3$)

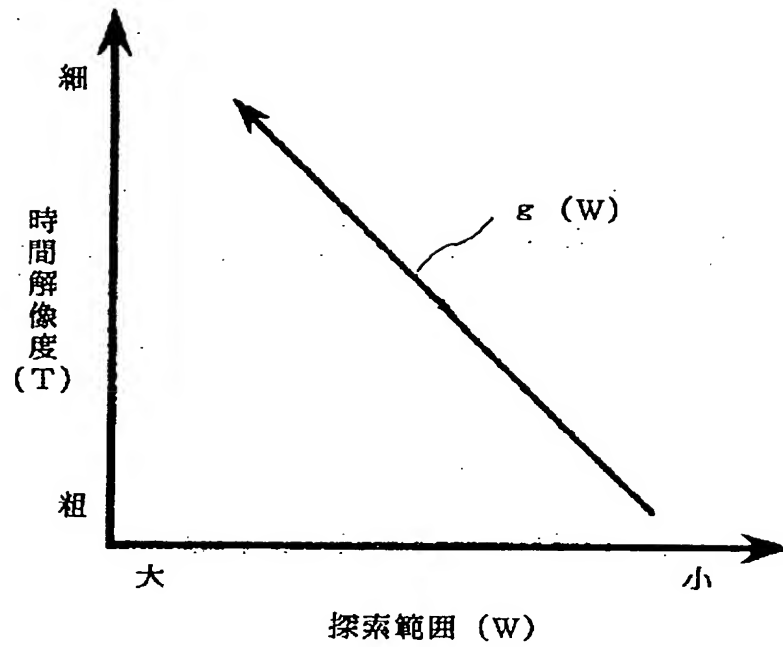
【図5】

図 5



【図6】

図 6



【図7】

図 7

